Le fondement expérimental

Introduction

Comme leur nom l'indique, ce qui distingue les sciences expérimentales de sciences mathématiques ou de la logique, c'est le fait qu'elles font intervenir des expériences. Dans le langage commun, le terme « expérience » a cependant un spectre très vaste d'acceptions :

— le sens le plus général est sans doute celui qui apparaît dans une phrase comme « Il avait l'expérience des hommes (ou des femmes), des affaires, de la vie», ou même, de manière absolue « il a de l'expérience ». L'expérience désigne alors une longue pratique, au cours de laquelle quelqu'un a été confronté à ce qu'on appelle la réalité et les choses de la vie, et avoir appris quelque chose de cette confrontation.

— un sens un peu plus précis et plus philosophique est celui qui apparaît dans une phrase comme « Il savait cela non par raisonnement, mais par expérience ». L'idée est alors qu'on peut acquérir de nouvelles connaissances, soit *a priori*, soit *a posteriori*. (Déf. Une connaissance acquise *a priori*, c'est une connaissance constituée seulement par le raisonnement : une fois posées certaines hypothèses, on fait certaines déductions. Exemple. Une connaissance acquise *a posteriori*, c'est une connaissance acquise empiriquement, par les sens, par l'observation sensible, la perception. On ne peut savoir, sinon par expérience, qu'aujourd'hui untel porte un pull rose bonbon, que le dernier prix Nobel de la paix est M. X, qu'il n'existe pas de baleine rouge et que les planètes tournent autour du soleil). L'adjectif correspondant, c'est « empirique », et on voit bien qu'il recouvre toute sortes de choses.

— Le sens le plus précis de tous, c'est celui qui correspond à l'adjectif « expérimental ». « Expérience » est alors synonyme de « test », d' « expérimentation » et désigne alors un protocole régulé et volontaire par lequel, comme disait Bacon, on met la nature à la question = on la torture, on la force à avouer la vérité. Pascal fait ainsi réaliser l'expérience du Puy de Dôme par son beau-frère Périer : il a la théorie que c'est la pesanteur de l'air, non l'horreur du vide, qui empêche l'eau de monter au-delà d'une certaine hauteur, il invente une expérience qui va permette de confronter cette théorie à l'expérience, de décider par une expérience conçue à dessein et volontairement, si cette théorie peut être acceptée ou non.

Spontanément, on voit bien qu'il y a une différence entre le constat que je porte aujourd'hui un pull rouge, l'observation que Jupiter a quatre satellites et l'expérience du Puy de Dôme. Le premier constat se fait totalement involontairement, il est inévitable et spontané à

partir du moment où l'on est en face de moi — dans des conditions normales, toute personne placée en face de moi devrait voir que j'ai un pull rouge. Pour observer que Jupiter a quatre satellites, du moins quand elle fut faite par Galilée, il ne suffit pas de sortir sous le ciel étoilé par une nuit d'insomnie : il faut construire un instrument d'observation, en avoir la maîtrise pratique, voire élaborer une théorie qui rende compte de son fonctionnement. Cependant, en supposant qu'on ait tout ça (et aujourd'hui, on l'a sans y réfléchir, c'est un ensemble de savoirs et de pratiques qui sont pour ainsi dire incarnés dans les télescopes et leur modes d'emploi qu'on trouve dans le commerce, on utilise cela sans réfléchir à la masse de théories et d'inventions techniques qu'il y a derrière), d'une certaine manière aussi qu'on sache ce que l'on veut observer, on verra les quatre satellites. Pour l'expérience du Puy de Dôme, il y a un élément supplémentaire — l'expérience est conçue comme un test permettant d'infirmer ou de vérifier une hypothèse théorique.

Dans ce qu'il suit, il s'agira de préciser un peu ce qui précède — autrement dit, de savoir quelles sont les espèces d'expériences qui interviennent dans les sciences physiques et comment elles y interviennent. Pour répondre à cette question, on procédera en mettant en place un modèle théorique dont on montrera ensuite les limites.

1) Le modèle théorique en question est l'idée que la science physique serait fondée sur des expériences aussi proches que possible de données sensibles primitives. Cette idée a été élaborée de manière radicale et exemplaire par Carnap, lorsqu'il avança la notion d'énoncé protocolaire dans deux articles de 1931. C'est cette notion d'énoncé protocolaire qu'on commencera par examiner.

2) On examinera les critiques qui ont été immédiatement faites de la notion d'énoncé protocolaire. Ces critiques mettent définitivement hors-jeu l'idée que les expériences qui interviennent en physique seraient des données brutes, sans aucune charge théorique, aussi proches que possible des données immédiates.

3) On aura donc à se demander, dans un troisième temps, comment se constituent les expériences scientifiques dans leur spécificité.

Bien comprendre le but du 1) : il ne s'agit pas d'assumer une thèse radicale, mais de s'en servir comme une expérience-limite [C'est souvent le cas des thèses intéressantes en philosophie : les animaux-machines]. Ce que permet cette expérience-limite : se demander ce que veut dire exactement la thèse empiriste que nos connaissances viennent de l'expérience. Nous sommes tous d'accord quand nous disons qu'un être qui n'aurait eu aucune expérience de notre monde ne pourrait pas savoir que E = mc2, mais qu'est-ce que c'est que « avoir

l'expérience de notre monde », comment cette expérience peut-elle en venir à justifier un énoncé aussi compliqué ? (Et le problème est le même si on prend un énoncé moins compliqué).

1. Sur les énoncés protocolaires

Première présentation de la notion

Tout le monde s'accordera à dire que le fondement des sciences empiriques, et plus généralement de notre savoir des choses du monde, c'est l'expérience sensible ; si la physique diffère des mathématiques, c'est bien parce qu'elle a besoin d'expériences, les expériences étant ce qui nous met pour ainsi dire en contact sensible avec les choses du monde. Cette idée commune, on a vu dans la séance d'introduction qu'elle était d'une certaine manière ravivée par le combat anti-métaphysique du cercle de Vienne : la confrontation à l'expérience est ce qui départage la métaphysique des sciences physiques, puisque le fait que les énoncés des sciences physiques sont doués de sens, et qu'on peut conséquemment dire si ils sont vrais ou faux, vient de leur confrontation à l'expérience. Le problème, c'est de savoir quelle forme prend cette confrontation à l'expérience. En particulier, de savoir si des données sensibles, immédiates et particulières, peuvent fonder quelque chose comme une science, étant entendu qu'une science comme la physique n'a rien d'immédiat et est constituée d'énoncés tout à fait généraux. Ce problème a été posé de manière exemplaire dans les débats qu'ont provoqués les thèses de Carnap sur la notion d'énoncé protocolaire.

Idée. Si la source d'une connaissance empirique est l'expérience, toute proposition empirique doit pouvoir se être réduite à un ensemble d'énoncés d'observation élémentaires et irréfutables. Exemple de proposition empirique : « le chien de ma grand-tante est bleu ». Ne serait-ce que pour comprendre le sens de cette phrase, il a bien fallu que j'ai des expériences élémentaires qui m'ont permis de savoir ce qu'était un chien, une grand-tante, la couleur bleue.

Exemple d'énoncé protocolaire : « 30 mars 2006, à 15.15, il y a en salle B17, une table bleue », ou bien : « le mercure qui était dans ce tube, que je viens de retourner dans cette cuvette, est descendu à une hauteur de 0,76 cm ».

Définition. Il s'agit donc d'énoncés qui relatent, aussi précisément que possible, des observations, des constatations empiriques particulières. On note des variations dans les exemples proposés (intervention d'un sujet ou son élimination, etc.). De fait, un des problèmes sera de savoir quelle forme et quel contenu devraient avoir les énoncés protocolaires (des données sensorielles, des impressions phénoménologiques

Le nom « énoncé protocolaire » vient de ce que ces énoncés se rapportent à ce qu'on appelle des protocoles d'observation, précisément ce que le scientifique note dans son carnet de laboratoire jour après jour et manipulation après manipulation. Sens de « protocole » ici : non pas « protocole expérimental » comme ensemble des règles à suivre, des gestes à accomplir, mais plutôt le recueil concret des observations dans un carnet de laboratoire. Autre nom employé par Canap : « énoncé d'observation » : c'est moins ambigu en français, mais ce n'est pas l'expression qui a été retenue.

L'origine de la notion : le trilemme de Fries

L'idée de tirer d'un énoncé aussi trivial que « le 30 mars 2006, j'ai observé, à 15.15, en salle B17, une table bleue » quelque chose d'aussi compliqué que la science peut paraître bizarre. Pour comprendre cette idée, il faut voir quel était le problème posé. Comme on l'a initialement signalé dans la séance d'introduction, les néopositivistes partaient de l'idée qu'il existe deux espèces de sciences et deux seulement : logique et mathématiques d'un côté, qui procèdent de tautologie en tautologie ; sciences expérimentales de l'autre qui sont fondées sur des expériences. Mais comment exactement l'expérience peut-elle intervenir dans les sciences physiques ? Le problème est ici un problème épistémologique : comment justifier un énoncé comme « Satellite a quatre jupiters » ou bien « la colonne d'air exerce une pression sur le mercure qui est dans la cuve » ?

— Quand on a affaire à une science déjà constituée, on ne se pose en général pas ce genre de questions, on ne cherche pas de justification des énoncés établis par les scientifiques et présentés dans des manuels et dans des articles : on pense, et à juste raison, car autrement on passerait son temps à douter de tout, qu'ils ont eu de bonnes raisons de soutenir ces énoncés et qu'il ne faut pas chercher à les justifier, mais plutôt les admettre et partir d'eux pour aller plus loin. Mais, s'il est bien en pratique de procéder ainsi, il faut bien voir que cela revient à considérer les énoncés scientifiques comme des dogmes, des énoncés qui n'ont pas besoin de justification, qu'on accepte par respect de l'autorité de ceux qui les avancent.

Qu'en est-il donc dans le cas où, soit on n'a pas affaire à une science constituée, soit on veut, non pas prendre les énoncés comme des dogmes, mais les justifier ? Il y a deux solutions et deux seulement :

— Ou bien régresser à l'infini. L'énoncé 1 est justifié par l'énoncé 2, mais il faut ensuite justifier l'énoncé 2, etc. Par exemple, la justification de l'énoncé « la colonne d'air exerce une

pression sur le mercure qui est dans la cuve » sera, après un certain parcours, l'énoncé « la hauteur du mercure dans le tube est de 0,76 cm », mais ensuite il faut justifier cet énoncé-là.

— Ou bien dire que la régression à l'infini s'arrête parce qu'un énoncé peut être justifié par une expérience sensible. Cela revient à dire que l'expérience sensible livre une connaissance aussi absolue qu'immédiate. Cela est assez conforme à notre manière de penser : ce qui justifie l'énoncé « la hauteur du mercure dans le tube est de 0,76 cm », c'est bien que j'ai vu et mesuré la hauteur du mercure dans le tube, ou en tout cas que quelqu'un l'a fait à ma place. Si personne ne l'avait vu et mesuré, il n'y aurait aucune raison d'y croire. Cela vaut pour tous les énoncés empiriques, pas seulement pour les énoncés scientifiques.

Pour récapituler, à la question de savoir ce qui justifie un énoncé empirique, on peut donner trois réponses, et c'est ce qu'on appelle depuis Popper le trilemme de Fries (du nom d'un philosophe du XIXe qui l'aurait formulé) :

— il n'y a pas à justifier un énoncé empirique : on l'accepte comme un dogme,

— un autre énoncé empirique le justifie : on régresse à l'infini,

— une expérience sensible le justifie, et cette expérience sensible n'a pas à être justifiée : on considère la conviction qui résulte de notre perception comme un absolu, l'expérience sensible comme la source de toute certitude empirique, un lieu où l'erreur est impossible.

Les caractéristiques de la notion selon Carnap

Encore une fois, il ne s'agit que d'expliciter ce qui correspond à une intuition commune : comment justifier un énoncé empirique, aussi compliqué ou sophistiqué qu'il soit, sinon en supposant qu'à un moment nous faisons l'expérience des choses ? Le fondement empirique de la physique (sa base, son socle) serait ainsi constitué d'énoncés protocolaires, qui n'ont pas à être justifiés, mais servent de justification aux autres énoncés. Autrement dit :

° du point de vue de leur forme, pour qu'on puisse en déduire d'autres énoncés, il faut qu'ils soient eux-mêmes des énoncés (on ne peut pas déduire logiquement un énoncé, sinon d'un autre énoncé) ;

° du point de vue de la structure de la physique, qu'il y a deux espèces d'énoncés, les non-protocolaires (qui ont besoin de justification et sont justifiés par les énoncés protocolaires) et les protocolaires, ceux qui n'ont pas besoin de justification mais justifient tous les autres énoncés, ceux

° du point de vue de leur contenu, en tant qu'ils n'ont pas à être justifiés, les énoncés protocolaaires sont les porte-paroles des choses mêmes ou de leur observation ou de leur

perception (incertitude ici), en tout cas ils sont enracinés dans l'expérience et justifiés directement par elle.

Plus précisément, Carnap dégage en 1931 les caractéristiques suivantes des énoncés protocolaires:

i) La pureté des ep. ils sont indépendants de toute interprétation théorique, ils expriment des faits bruts, des données sensibles immédiates.

> Carnap, « Die physicalische Sprache als Universalsprache der Wissenschft », *in Philosophie des sciences*, p. 17 : « Par protocole originaire, nous entendons le protocole que nous obtiendrions si (…) nous n'acceptions dans le protocole aucun énoncé obtenu de manière indirecte ».

Ici, « énoncé obtenu de manière indirecte » = énoncé obtenu par dérivation, théorie. L'énoncé protocolaire est donc obtenu par un passage à la limite : s'il doit y avoir un fondement expérimental, on doit pouvoir supprimer dans les recueils d'observation tout ce qui ne procède pas directement de l'observation.

ii) L'intouchabilité des ep. ce sont des énoncés qui, pour justifier d'autres énoncés, doivent quant à eux ne pas avoir besoin de justification, être absolument certains, intouchables.

> Carnap, « Die physicalische Sprache als Universalsprache der Wissenschft », *in Philosophie des sciences*, p. 18 : « (…) la justification de n'importe quel énoncé scientifique (…) [nous fait] reculer jusqu'au protocole originaire (…). Les énoncés [protocolaires] (…) n'ont pas eux-mêmes besoin de justification, mais servent de fondemnet de tous els autres énoncés scientifiques ».

iii) La subjectivité des ep. Ils sont nécessairement subjectifs, puisque l'expérience première, immédiate, est subjective au sens le plus fort du terme : c'est celle d'un sujet singulier, dans des circonstances particulières, etc.

> Carnap, « Die physicalische Sprache als Universalsprache der Wissenschft », *in Philosophie des sciences*, p. 20 : « Nous pouvons désigner notre position (…)

> comme « solipsisme méthodologique », ceci dans la mesure où chaque sujet ne peut prendre comme fondement que son propre protocole (…) Chaque énoncé du langage protocolaire de n'importe quel sujet n'a de sens que pour ce sujet lui-même, mais il est en principe incompréhensible, dénué de sens, pour tout autre sujet (…) chaque langage protocolaire ne peut être utilisé que pour le monologue».

Finalement, à quoi correspond la notion d'énoncé protocolaire ? Tout simplement au fait que, pour rendre compte de la possibilité d'une connaissance empirique, on doit bien supposer un moment de donation du sensible : un moment où le sujet connaissant perçoit en quelque sorte immédiatement les choses mêmes (qu'il s'agisse de choses comme une table, de qualités ou de processus, peu importe ici). Mais une fois cela reconnu, il semble que ce moment de donation empirique ne peut être thématisé comme tel, autrement que comme ce que j'appelais une « expérience limite ». C'est cela en tout cas que montrent les critiques qui furent faites de cette notion.

Critique de la notion d'énoncé protocolaire

On peut reprendre les trois caractéristiques de la notion selon Carnap, et montrer qu'elles sont criticables (et qu'elles ont de fait été critiquées).

Neurath, « Protokollsätze », *Erkenntnis*, 2, 1932

Popper, *LDS*

i) Contre la pureté : il est impossible de se débarrasser de la langue ordinaire, et de toutes les conceptions théoriques qu'elle véhicule. Dès que le moment de donation du sensible donne lieu à un énoncé, il n'est plus immédiat ; dire « ici je vois une table bleue », c'est déjà en être loin, ne serait-ce que parce qu'on emploie des concepts universels comme « table » et « bleu » ; dire « ceci est une table », c'est avoir constitué un ensemble d'objets qui se comportent à peu près de la même manière quand ils sont mis dans les mêmes circonstances, autrement dit un ensemble de lois, au moins implicites, sur les corps du monde. Autrement dit, l'énoncé « ici je vois une table bleue » paraît singulier, mais il implique de l'universel. C'est une des critiques qu'adresse Popper à la notion d'énoncé protocolaire.

> Popper, LDS, § 25, p. 94 : chaque fois que nous décrivons, nous utilisons des noms (ou symboles ou notions) *universels* ; tout énoncé a le caractère d'une

théorie, d'une hypothèse. L'énoncé « voici un verre d'eau » ne peut être vérifié par aucune espèce d'observation. (…) Par le mot verre nous dénotons des corps physiques qui présentent un certain *comportement régulier* (quasi légal).

Neurath, « Enoncés protocolaires », in Soulez, p. 223 : « Il n'y a aucun moyen qui permettrait de faire, d'énoncés protocolaires dont on se soit définitivement assuré de la pureté, le point de départ des sciences. Il n'y a pas de *tabula rasa*. Nous sommes tels des navigateurs obligés de reconstruire leur bateau en pleine mer, sans jamais pouvoir le démonter dans un dock et le rebâtir à neuf avec de meilleures pièces ».

ii) Contre l'intouchabilité. Supposons deux énoncés protocolaires contradictoires, par exemple, tout en écrivant au tableau « 30 mars 2006, à 15.15, il y a en salle B17, une table bleue », je dis : « 30 mars 2006, à 15.15, il y a en salle B17, un poisson rouge » et tous notent ce que j'ai écrit plutôt que ce que j'ai dit. Autre exemple : étant paranoïaque, je note scrupuleusement le nombre d'étudiants présents dans la salle minute après minute pour vérifier que tous sont toujours là, mais à 15.15, je note sur mon recueil d'observation la présence de trois éléphants roses. Dans ces cas, il y a contradiction, et il faudra bien renoncer à au moins un de mes énoncés protocolaires. Donc, si on peut y renoncer dans ces cas, pourquoi pas dans les autres ? C'est d'autant plus justifié dans le cas où un supposé énoncé protocolaire entrerait en contradiction avec tout l'édifice de la science : ce n'est pas parce qu'aujourd'hui j'ai vu trois éléphants roses qu'il faut que je change de physique, il vaut mieux aller voir un opticien ou me soumettre à une cure de désintoxication.

Neurath, « Enoncés protocolaires », in Soulez, p. 226 : « Ce peut être le destin d'un énoncé protocolaire que d'être biffé. Aucun énoncé ne connaît de *Noli me tangere*».

iii) Contre la subjectivité. Neurath s'oppose à l'idée même d'une langue privée : toute langue est par définition intersubjective. Pour revenir à mes tables bleues, ce ne sont pas seulement des lois de la nature et des concepts universels que suppose « ici je vois une table bleue », mais aussi une intersubjectivité, mon incription dans une communauté humaine, sans laquelle je ne parlerais pas, il n'y aurait pas de table dont parler et pas de moi qui parle des tables.

iv) Contre le principe lui-même, l'idée de se poser des questions sur le langage protocolaire. Que ce moment de donation du sensible soit pour nous la condition ou la cause d'un savoir empirique ne nous dit pas grand chose sur la structure ou le contenu du fait empirique en question. En clair, c'est peut-être parce que j'ai vu une table bleue que je dis « cette table est bleue », mais ce qui est intéressant pour la science, ce n'est pas ma perception comme telle, mais le fait que la table soit bleue, qui réfutera par exemple la première loi que j'avais formulée, selon laquelle « toutes les tables sont rouges ».

> Popper, LDS, § 7, p. 40-41 : Nous devons distinguer, d'une part, *nos expériences subjectives ou nos sentiments de conviction*, lesquels ne peuvent jamais justifier aucun énoncé (…), et, d'autre part, *Les relations logiques objectives* existant entre les divers systèmes d'énoncés et à l'intérieur de chacun d'eux.
>
> Popper, LDS, § 27, p. 97 : Je désire distinguer avec précision la science objective d'une part, et « notre connaissance », de l'autre (…). Je suis tout prêt à admettre que seule l'observation peut nous donner une « connaissance relative aux faits » (…). Mais cette conscience, cette connaissance que nous pouvons avoir ne justifie ni n'établit la vérité d'aucun énoncé (…). Je ne crois pas que l'épistémologie doive se poser la question de savoir « sur quoi notre connaissance repose »

Finalement donc, si on ne peut éviter de supposer ce moment originaire de donation du sensible, on n'a pas à s'y attarder en tant qu'épistémologue :

— on ne peut le décrire ou l'assigner i) à iii)

— ce n'est pas la tache de l'épistémologie de s'attarder sur ce moment, qui n'est pas caractéristique des sciences, mais se retrouve dans toute connaissance sensible.

Ce qui est remarquable : Carnap acceptera ces critiques, et renoncera à l'idée d'énoncés privilégiés que serait les énoncés protocolaires. Mais alors, dira-t-on, si on renonce à justifier les connaissances que nous donne la physique par leur fondement expérimental, qu'est-ce qui les justifie ?

Idée de ce qui suit : la question de la justification n'est pas forcément la bonne question. Il faut mieux se demander

— ce qui les caractérise par rapport aux observations subjectives = 3)

— quel est leur fonction = les prochaines notions

3. La constitution d'expériences objectives ou du moins intersubjectives

Les données perceptives sont par définition subjectives (elles supposent un sujet connaissant), idiosynchrasiques (elles sont ce qu'un sujet particulier, avec précisément ses particularités, connaît ici et maintenant), voire privées (les mettre en énoncés, c'est déjà les trahir).

Le problème : comment dépasser des données privés et en faire des expériences qui vont permettre de constituer une science, sinon objective, du moins intersubjective, partagée par une communauté de savants ?

La thèse : les expériences qui interviennent dans les sciences physiques ne sont pas les données d'une perception individuelle, elles sont constituées comme expériences intersubjectives. Pour atteindre cette thèse, on procédera de la manière suivante ;

— La perception n'est pas la perception immédiate des sens, mais une perception médiatisée par des instruments.

— Certains phénomènes sont créés, produits, construits, au sens où on ne les trouve pas tels quels dans la nature.

— Les expériences scientifiques sont reproductibles.

On précisera en conclusion pourquoi il est plus exact de parler d'intersubjectivité que d'objectivité.

Instruments : la perception n'est pas la perception immédiate des sens

Dans le processus scientifique interviennent d'une part des instruments qui permettent de mieux percevoir les phénomènes ou de les mesurer précisément, d'autre part des artefacts qui permettent de constituer des phénomènes qui vont nous dire ce qu'il en est de la nature, mais qui, comme tels, n'existent pas toujours dans la nature.

* Instruments. Même dans des cas d'observation aussi peu interventionnistes que lorsqu'on regarde des corps célestes ou les pattes d'une mouche, on ne perçoit pas à l'œil nu, mais on utilise des instruments.

Distinction classique : instruments d'observation et de mesure. Un instrument d'observation sert à affiner notre perception, nous voyons mieux Vénus avec un télescope que sans télescope, ou les pattes d'une mouche avec microscope que sans microscope. Un instrument de mesure permet d'associer des quantités aux phénomènes, ce qui est décisif pour l'établissement des lois : mesurer les phénomènes, c'est se mettre en mesure d'établir que tel

phénomène est proportionnel à tel autre, donc montrer une co-variation des phénomènes, autrement dit une loi.

Frontière difficile à maintenir pour la plupart de nos instruments : on n'observe pas par les sens, on traduit directement en quantités. Electro-encéphalogramme, appareil qui détecte l'intensité du courant électrique dans le cerveau, si nous décrivions simplement ce que nous percevons en termes sensibles, nous parlerions d'une petite ligne verte qui monte et qui descend ; c'est donc un appareil qui parle directement en quantités, pour interpréter ce que l'on voit, il ne faut pas seulement percevoir, mais interpréter théoriquement.

> Duhem, TP, chap. 4, § 1, p. 218-219 : Entrez dans un laboratoire ; approchez-vous d'une table qu'encombrent une foule d'appareils, une pile électrique, des fils de cuivre entourés de soie, des godets pleins de mercure, des bobines, un barreau de fer qui porte un miroir ; un observateur enfonce dans de petits trous la tige métallique d'une fiche dont la tête est en ébonite ; le fer oscille et, par le miroir qui lui est lié, renvoie sur une règle en celluloïde une bande lumineuse dont l'observateur suit les mouvements ; voilà bien sans doute une expérience ; au moyen du va-et-vient de cette tache lumineuse, ce physicien observe minutieusement les oscillations du morceau de fer. Demandez-lui maintenant ce qu'il fait ; va-t-il vous répondre : « j'étudie les oscillations du barreau de fer qui porte ce miroir « ? Non, il vous répondra qu'il mesure la résistance électrique d'une bobine.

Il n'est pas difficile de faire un pas de plus. Non seulement ce n'est pas une « vision directe » (au sens de : je vois mon chat, bien qu'en fait, évidemment, on puisse se dire que voir son chat est beaucoup plus compliqué que ça n'en a l'air) qui intervient quand on entre dans un laboratoire et la vision est immédiatement relayée par une interprétation, mais on conçoit aisément une science sans vision directe : ce sont des appareils qui enregistrent les données, les traduisent en chiffres, en courbes, en statistiques. Ce n'est pas dire qu'il n'y a plus de sujet scientifique ou laisser entendre que les sciences se font toutes seules, c'est simplement constater que, dans les sciences d'aujourd'hui deux sens d'expérience distingués au début de cette section sont plus dissociés qu'ils ne l'ont jamais été :

— expérience sensible, celle qu'on fait avec ses cinq sens,

— expérience comme moment de la confrontation d'une théorie avec le donné.

Ce qu'on confronte avec le donné, ce n'est pas ce que l'on voit.

Les phénomènes sont eux-mêmes construits

Pratiques matérielles conduisant à la construction des phénomènes que l'on étudie, appareils qui créent le phénomène.

Première série d'exemples, montrant que la plupart des phénomènes ne sont pas étudiés tels qu'ils existent dans la nature. Vide existant dans le tube de Torricelli : le vide n'existe pas naturellement dans la nature, il faut le créer dans des conditions très particulières. Autre exemple encore : Descartes dans les *Météores* qui construit une grosse fiole de verre pour rendre compte de la manière dont la réfraction de la lumière naturelle dans les gouttes d'eau conduit à la production d'un arc-en-ciel. Autre exemple : les corps chimiques n'existent pas à l'état pur dans la nature, pour faire des expériences, il faut d'abord les isoler.

Pour tous ces exemples, on pourrait dire à la rigueur (on le dit classiquement) qu'il y a idéalisation : le phénomène sur lequel porte la loi est en fait toujours flou et impur, il y a des inexactitudes, des impondérables, etc. Mais il y a plus : on peut créer le phénomène. Accélérateurs de particules, c'est un exemple massif, cela vaut de la plus grande partie de la physique contemporaine.

> Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, chap. 6, p. 101-102 : Les trajectoires qui permettent de séparer les isotopes dans le spectroscope de masse n'existent pas dans la nature ; il faut les produire techniquement. Elles sont des théorèmes réifiés. Nous aurons à montrer que ce que l'homme fait dans une technique scientifique (…) n'existe pas dans la nature et n'est même pas la suite naturelle des phénomènes naturels

> Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, p. 202 : [A propos de la polarisation de la lumière obtenue grâce à un cristal déterminé ; non seulement ce n'est pas le premier cristal ramassé dans la nature, mais on le prépare d'une certaine manière]. Le cristal créé au laboratoire n'est plus vraiment un objet, c'est un instrument. C'est un appareil où s'accomplit une *opération* (…), un opérateur de phénomènes. Il opère sûrement, avec les garanties d'exactitude qu'on peut obtenir d'un instrument mécanique bien étudié et bien réalisé.

Le phénomène même qu'on est supposé étudier devient quelque chose d'aussi artificiel qu'un instrument, le phénomène comme l'instrument sont des artefacts créés pour mieux comprendre, rien n'est moins naturel que la manière dont la science dont on comprend la nature.

> Bachelard, *Pluralisme cohérent de la chimie moderne*, p. 229 : Voici d'ailleurs un trait bien spécial de la science physique moderne : elle devient moins une science de faits qu'une science d'effets. Quand nos théories ont permis de prévoir l'action possible d'un principe donné, nous nous acharnons à réaliser cette action

une science de faits = des faits que l'on trouve dans la nature, on voit que le soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest, on observe des constellations, on constate que les poids spécifiques de différents métaux ne sont pas identiques. Tout cela, ce sont des faits que l'on trouve dans la nature, que l'on n'a pas à construire.

une science d'effets = non pas des faits que l'on trouve dans la nature, mais des effets produits volontairement à partir d'un principe ou d'une théorie. On élabore une théorie, on en déduit que dans telles conditions, tel effet doit se produire, on s'efforce de réaliser ces conditions, de manière à ce que l'effet se produise.

[Parenthèse : que veut dire l'intervention d'artefacts dans les sciences physiques ?

Ici, ce qu'on a montré : les sciences physiques sont sans expérience, si l'on entend par « expérience » quelque chose comme un vécu ou une observation sensible directe de ce qui se trouve toujours déjà là dans la nature. Il y a intervention à la fois d'instruments qui se substituent à la perception immédiate et d'artefacts qui se substituent aux phénomènes premiers.

On pourrait évidemment aller plus loin. Derrière l'intervention d'instruments et d'artefacts, il y a nécessairement

i) des théories, théories pour construire l'instrument ou pour produire l'artefact, mais aussi théories pour interpréter les données que livrent cet instrument ou cet artefact.

ii) une machinerie sociale, même quelque chose d'aussi élémentaire que le télescope de Galilée suppose des siècles de techniques, des artisans à la pointe, etc.

On aura à revenir sur les limites qu'il y a à dire que les phénomènes scientifiques sont construits. Phrase célèbre de Bachelard : « rien n'est donné, tout est construit ». A la prendre littéralement et radicalement, on pourrait en arriver à :

° une thèse constructiviste, en ce sens que la science construirait socialement tout ce à quoi elle a à faire. Si c'était vrai, autrement dit si les physiciens construisaient artificiellement tous ses effets, comme on produit artificiellement une histoire ou un conte en fonction des croyances d'une société donnée, ils ne parleraient que des effets qui se produisent dans leur laboratoire. Mais si tel était le cas, il n'y aurait jamais de théorie réfutée par une expérience et on verrait mal

comment un résultat obtenu dans un contexte donné pourrait passer dans un autre contexte. Autrement dit, prendre conscience du rapport médiat de la science à la nature, cela ne conduit pas forcément à affirmer qu'il n'y a rien au-delà de la médiation, pas de donné originaire

° une thèse holiste, en ce sens que tout effet serait solidaire d'un réseau théorique et méthodique au point de n'avoir pas de signification intrinsèque. Là encore, on voit bien que prendre cette thèse au premier degré serait aberrant. On expliquerait plus en ce cas que les effets produits dans le contexte d'une problématique donnée puisse être significatif dans un autre contexte. Or c'est bien ce qui se produit dans les sciences : on va, par exemple, concevoir une expérience, qui va ensuite être réinterprétée dans un tout autre contexte, voire créer par eux-mêmes leur propre contexte interprétatif. Autrement dit, réaliser que les faits ne sont pas des grains d'expérience isolés, cela ne peut pas conduire à leur dénier toute autonomie absolument.

Toutes ces choses, on y reviendra. Ce dont il s'agissait ici : faire comprendre que la constitution de l'objectivité scientifique passe par les instruments et la production de phénomènes.]

Sur la reproductibilité des expériences

Quand on a affaire à un récit d'expérience, il est souvent mentionné que l'expérience a été reproduite de nombreuses fois. On en a rencontrera des exemples.

GG à Dini, 16 mai 1611, in Michel p. 368 : « Depuis deux ans et demi désormais, j'ai fait de mon instrument, ou plutôt de plusieurs dizaines de mes instruments, des centaines et des milliers d'expériences sur des centaines et des milliers d'objets proches et lointains, grands et petits, lumineux et obscurs ».

Multiples expériences de Pascal qui réitère Torricelli, avec des tubes de différentes formes, des liquides divers.

Récit de Périer. Cela semble un contre-exemple, puisque l'ascension du Puy de Dôme s'est faite une fois, et une fois seulement. Là encore cependant, des répétitions : chaque mesure est faite dans diverses circonstances. Et puis, sans aucun sophisme : description de ce qui est fait suffisamment précise pour qu'on puisse espérer refaire les expériences.

—> Qu'est-ce qu'on entend exactement par reproduction des expériences ? Qu'est-ce qui est en question dans la reproductibilité ?

Ce qu'est littéralement la reproduction : le même savant fait plusieurs fois l'expérience, d'autres savants refont une expérience déjà faite, et, très généralement, chaque récit d'expérience est présenté de telle manière que d'autres savants puissent refaire la même expérience. A priori, cela semble idiot : à quoi sert de refaire quelque chose qui a déjà été fait ? Quel est l'intérêt d'une reproduction à l'identique ? Pourquoi la communauté scientifique cherche à reproduire les expériences qui sont déjà présentées comme ayant été reproduites ? N'a-t-on pas établi une fois pour toutes ce qu'on voulait montrer ?

Trois remarques permettent de cerner les fonctions de la reproduction des expériences :

* Quand on enseigne la physique, quantité d'expériences « triomphales », comme s'il s'agissait seulement d'avoir seulement eu l'idée d'une conséquence, que l'on pourrait tester. En fait, expériences qui semblent initialement marcher, mais qui se révèlent avoir été illusoires, pas forcément volontairement. La reproduction permet donc d'éliminer les moments d'illusion, les fantasmes ponctuels. Il s'agit d'être sûr que le phénomène n'est pas valable localement seulement, pour un expérimentateur donné, avec ses humeurs propres, ses idiosynchrasies propres, éventuellement avec son désir de gloire et de fortune qui le conduise à proclamer avoir découvert un phénomène extraordinaire qui, en fait, n'existe pas. D'où la nécessité de décrire assez bien les expériences pour que quiconque puisse les refaire, où que ce soit, dans quelques conditions que ce soit.

- Le cheval qui savait compter.
- « polywater » dans les années 1970. Une eau extraordinaire avait été découverte par un chimiste soviétique et ça avait été repris par une imminence (température particulière d'ébullition et de congélation, comportement analogue à celui d'une gelée, conductivité spécifique). Dans un contexte de guerre froide, peur des USA : être en retard technologique ; d'où d'énormes programmes immédiatement financés pour faire des recherches sur cette eau miraculeuse avant même que l'expérience ait été reproduite de manière. Finalement, on s'aperçut qu'il y avait eu des erreurs de manipulation expérimentale.

* isoler le phénomène intéressant, sélectionner les paramètres importants, bref dégager la structure du phénomène pour ainsi dire. Il n'y a que le poids de la colonne d'air qui intervient sur la hauteur du mercure, pas la couleur ou la forme du tube. De même encore, Pascal, qui fait

varier les formes des tubes. La reproduction n'est en ce sens jamais répétition à l'identique : à supposer qu'une répétition absolument identique soit possible (et ce n'est pas vrai, au moins en ce sens trivial qu'on ne se baigne jamais dans le même fleuve), elle ne servirait rien, puisque, justement, elle ne ferait que répéter ce qui a déjà eu lieu. Il s'agit donc de répéter avec de petites variations, qui vont permettre de dégager la structure.

* être reproductible, ce n'est cependant pas toujours être effectivement reproduit.

Dans la mesure où les sciences impliquent des instruments, il est clair que celui n'aura pas sous la main de quoi créer un artefact de ce genre ne pourra pas effectivement reproduire l'expérience en question. Exemples : celui qui n'avait pas la lunette de Galilée ne pouvait pas y voir ce qu'il y vit, c'est bien pourquoi il s'empressa, de manière à convaincre ses contemporains, de construire quantité de lunettes. Mais ce qui était possible dans le cas des lunettes ne le fut pas toujours : études d'histoire des sciences insistant sur le « know how », le savoir tacite de ceux qui manipulent les appareils : ce n'est pas aussi simple que le mode d'emploi d'un frigidaire ou d'un ordinateur. Ainsi, pompe à air fabriquée par Boyle : un summum technologique pour l'époque, on n'arrive pas à faire aussi bien partout. Il y avait donc des expériences de Boyle qui ne marchait pas.

D'où finalement l'importance des récits d'expérience : il s'agit d'indiquer comment l'expérience pourrait être reproduite — mais, dans les cas où elle pourrait ne pas être reproduite, le récit d'expérience est écrit avec suffisamment de minutie et de précision pour qu'on ait l'impression d'avoir fait, soi-même, l'expérience. Normes variables selon les époques, les règles de minutie et de précision ne sont pas toujours identiques. Il n'empêche que l'idée est toujours la même : faire partager, à travers son récit, l'expérience qui a été faite. Autrement dit, il s'agit de faire de l'expérience quelque chose qui soit, effectivement, intersubjectif.

Bilan : la communauté des expérimentateurs

Image d'Epinal du savant : il est tout seul face à la nature, regardant le ciel étoilé ou confiné dans son laboratoire.

L'intervention d'instruments, la production des phénomènes, la reproductibilité des expériences montre qu'une observation ou une expérience, pour être intégrée à titre de donnés dans les sciences physiques, a de fait comme de droit une structure intersubjective.

De fait : le plus simple équipement est un dispositif matériel qui a été produit collectivement.

De droit : une procédure de contrôle comme la reproductibilité des expériences montre que l'expérience scientifique est constituée intersubjectivement. Il est possible qu'un fait soit trouvé par un solitaire, il est possible qu'un savant ait une erreur ou ait cherché à tromper autrui, mais les expériences de la science, même si ce n'est pas immédiat, sont des expériences élaborées par une communauté scientifique, sanctionnées et validées au terme d'un processus intersubjectif.